

**DISPLAY MEDIUM, DISPLAY DEVICE USING IT, AND DISPLAY METHOD**

**Patent number:** JP11352421  
**Publication date:** 1999-12-24  
**Inventor:** TOMITA YOSHINORI  
**Applicant:** CANON KK  
**Classification:**  
- **international:** **G02B26/02; G09F9/37; G02B26/02; G09F9/37; (IPC1-7): G02B26/02; G09F9/37**  
- **european:**  
**Application number:** JP19980176572 19980610  
**Priority number(s):** JP19980176572 19980610

**Report a data error here**

**Abstract of JP11352421**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a flexible display medium which has little history and permits to repeat an excellent image display, and a display device using it. **SOLUTION:** A display device which displays by rotation of colored micro balls of which each semi-sphere is colored in different colors of a 1st coloring layer and a 2nd coloring layer, is provided with a display medium constituted by laminating thereon a conductive substrate, a polarizing photo-conductive layer and a colored-ball-dispersed light transmissive insulating layer in this order; a 1st electrifier arranged facing a light transmissive insulating layer of the display medium and performing primary electrification; a reversed polarity DC de-staticizer for performing reversed polarity DC-destaticization of the primary electrification by the primary electrifier; and a light radiating means for exposing an image from the light transmissive insulating layer.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-352421

(43) 公開日 平成11年(1999)12月24日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 0 2 B 26/02

C 0 2 B 26/02

E

G 0 9 F 9/37

3 0 4

C 0 9 F 9/37

3 0 4

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平10-176572

(22) 出願日

平成10年(1998)6月10日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 富田 佳紀

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 渡辺 徳廣

(54) 【発明の名称】 表示媒体、それを用いた表示装置および表示方法

(57) 【要約】

【課題】 履歴が少なく良好な画像表示を繰り返し行うことができるフレキシブルな表示媒体、それを用いた表示装置を提供する。

【解決手段】 微小ボールの各半球表面が第1着色層と第2着色層の異なる色に着色してなる着色ボールが回転することにより表示を行う表示装置において、導電性基板と、分極性光導電性層と、前記着色ボールを分散させた光透過性絶縁層とをこの順に積層してなる表示媒体と、該表示媒体の光透過性絶縁層に面して設けられ一次帯電を行う一次帯電器と、該一次帯電器による一次帯電と逆極性の直流除電を行う逆極性直流除電器と、前記光透過性絶縁層の側から像露光を行う光照射手段を具備する表示装置。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 微小ボールの各半球表面が第1着色層と第2着色層の異なる色に着色してなる着色ボールが回転することにより表示を行う表示媒体において、導電性基板と、分極性光導電性層と、前記着色ボールを分散させた光透過性絶縁層とをこの順に積層してなることを特徴とする表示媒体。

【請求項2】 微小ボールの各半球表面が第1着色層と第2着色層の異なる色に着色してなる着色ボールが回転することにより表示を行う表示装置において、導電性基板と、分極性光導電性層と、前記着色ボールを分散させた光透過性絶縁層とをこの順に積層してなる表示媒体と、該表示媒体に一次帯電を行う一次帯電器と、該一次帯電器による一次帯電と逆極性の直流除電を行う逆極性直流除電器と、前記直流除電と同時に像露光を行う照射手段を具備することを特徴とする表示装置。

【請求項3】 微小ボールの各半球表面が第1着色層と第2着色層の異なる色に着色してなる着色ボールが回転することにより表示を行う表示方法において、導電性基板と、分極性光導電性層と、前記着色ボールを分散させた光透過性絶縁層とをこの順に積層してなる表示媒体を用意する工程、該表示媒体に一次帯電を行う工程、該一次帯電と逆極性の直流除電を行うと同時に光照射により像露光を行う工程を有することを特徴とする表示方法。

【請求項4】 前記直流除電と同時に像露光を行なった後、全面露光を行なうことを特徴とする請求項3に記載の表示方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、着色ボールを回転させることにより表示を行う表示媒体、それを用いた表示装置および表示方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、情報機器の発達に伴い、各種情報のデータ量は拡大の一途をたどり、情報の出力も様々な形態を持ってなされている。一般に、情報の出力は、ブラウン管や液晶などを用いたディスプレイ表示とプリンタなどによる紙へのハードコピー表示とに大別できる。ディスプレイ表示においては、低消費電力且つ薄型の表示装置のニーズが増しており、中でも液晶表示装置は、こうしたニーズに対応できる表示装置として活発な開発が行われ商品化されている。しかしながら、現在の液晶表示装置には、画面を見る角度や、反射光により、画面上の文字が見ずらく、また光源のちらつき、低輝度等から生じる視覚への負担が、未だ十分に解決されていない。またブラウン管を用いたディスプレイ表示では、コントラストや輝度は液晶表示と比較して十分あるものの、ちらつきが発生するなど後述するハードコピー表示と比較して十分な表示品位があるとはいえない。また装置が大きく重いため携帯性が極めて低い。

【0003】一方、ハードコピー表示は情報の電子化により不要になるものと考えられていたが、実際には依然膨大な量のハードコピー出力が行われている。その理由として、情報をディスプレイ表示した場合、前述した表示品位に係わる問題点に加えて、その解像度も一般的には最大でも120dpi程度と紙へのプリント・アウト（通常300dpi以上）と比較して相当低い。従って、ディスプレイ表示ではハードコピー表示と比較して視覚への負担が大きくなる。その結果、ディスプレイ上で確認可能であっても、一旦ハードコピー出力することがしばしば行われることになる。また、ハードコピーされた情報は、ディスプレイ表示のように表示領域がディスプレイのサイズに制限されることなく多数並べたり、また複雑な機器操作を行わずに並べ替えたり、順に確認していくことができることもディスプレイ表示可能であっても、ハードコピー表示も併用される大きな理由である。さらには、ハードコピー表示は、表示を保持するためのエネルギーは不要であり、情報量が極端に大きくない限り、何時でもどこでも情報を確認することが可能であるという優れた携帯性を有する。

【0004】このように動画表示や頻繁な書き換えなどが要求されない限り、ハードコピー表示はディスプレイ表示と異なる様々な利点を有するが、紙を大量に消費するという欠点がある。そこで、近年においては、リライタブル記録媒体（視認性の高い画像の記録・消去サイクルが多数回可能で、表示の保持にエネルギーを必要としない記録媒体）の開発が盛んに進められている。こうしたハードコピーの持つ特性を継承しつつ、書き換え可能である第3の表示方式をペーパーディスプレイと呼ぶことにする。

【0005】ペーパーディスプレイの必要条件は、書き換え可能であること、表示の保持にエネルギーを要さないか若しくは十分に小さいこと（メモリー性）、携帯性に優れること、表示品位が優れていること、などである。現在、ペーパーディスプレイとみなせる表示方式としては、例えば、サーマルプリンターヘッドで記録・消去する有機低分子・高分子樹脂マトリックス系（例えば、特開昭55-154198号公報、特開昭57-82086号公報）を用いた可逆表示媒体を挙げることができる。この系は一部プリベイドカードの表示部分として利用されているが、コントラストが余り高くないことや、記録・消去の繰り返し回数が150～500回程度と比較的少ないなどの課題を有している。

【0006】また別のペーパーディスプレイとして利用可能な表示方式として、N. K. Sheridan等により電界駆動による微小ボールの回転を利用した表示装置が提案されている。（“A Twisting Ball Display”, Proc. of the SID, 第18巻3/4号、289～293頁、1977年、米国特許第4126854号、同4143103

号、同5389945号、特開昭64-42683号公報）。この表示装置は、微小なボールを用い、該ボールは一方の半球面が白色で、他方の半球面が黒色となっており、前記ボールを支持体に形成したキャビティ内に配し、各キャビティ内に高抵抗な液体を充填して、この液体中でボールが自由に回転できるようにしたものである。この場合、液体の種類により、ボールの黒色と白色の夫々の半球部分の相互の帯電状態が異なり、外部電界を与える事によってボールの白色又は黒色の半球面を観察する側にむけるよう回転を制御することができ、目的とする表示ができる。

【0007】このような機械式的表示方法は、温度変化、電氣的擾乱ノイズに対して極めて安定であり、メモリ性を有する為に表示中に電力を必要としない。さらに、ボール表面の自然光の反射・散乱を利用して表示する為に液晶装置・ブラウン管でみられるような光源のちらつき等にて起こる眼疲労を抑えることができる理想的な表示装置である。

【0008】ところで、ボール回転による表示装置に用いる二色に着色された着色微小ボールの作製方法としては、前述したSheridon等により、図8に示す様に、微小のガラスボールに $TiO_2$ を高濃度に含有させガラスボールを白色化し、この白色ガラスボール201を樹脂層22に混合し、白色ガラスボール201の露出した半球面に真空蒸着法を用いて絶縁性の黒色層202を形成する方法が提案されている。

【0009】また、斎藤等（“A Newly Developed Electrical Twisting Ball Display”, Proc. of the SID, 第23巻4号, 249~253頁, 1982年）も同様な方法により二色ボールを形成しており、白色化したガラスボールの半球面に真空蒸着法を用いて $MgF_2$ と $Sb_2S_3$ を同時蒸着し黒色層を成膜して色分けしている。ガラスボールの白色化に際しては、 $LiO_2$ と $TiO_2$ と $SiO_2$ の3成分からなるガラスを用いて、熱処理を行い光散乱が起こるように成分分離し、異なる成分からなる表面状態を形成することにより作製する。

【0010】従来の電極を用いてアドレスする表示装置の駆動原理の一例を説明する。従来の表示装置は、着色層を形成した着色ボールと、該着色ボールを回転自在に支持する光透過性絶縁支持体と、着色ボールが自在に回転できる為のキャビティとで構成された表示媒体と、該着色ボールを回転し希望の着色層側を表示させることで像を表示するための表示装置である。該キャビティは誘電性液体で満たされている。着色層は、反射光の色、反射強度の差を用いることにより観察側からみて異なる色相を表示できればよい。微小ボール表面上に着色層を被覆することにより、反射光の色、反射強度等の光学的特性の異なる2つの表面を作り出している。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記構成の表示装置において、像表示をおこなうための電気配線は梯子型、単純マトリックス型、TF型などがあるがいずれもフォトリソなどを利用した微細構造であり、駆動速度や表示画素数などに制限がある。また、絶縁不良などによる欠陥も生じやすい。また、製造プロセスも複雑で表示装置のコストが高くなるといった問題がある。

【0012】これにたいして導電性基板と光導電性材料層とで着色微小ボールを分散させたシートをサンドイッチ構造にし、光導電性層側から一様帯電後に像露光して静電潜像による電場を形成する光アドレス方式や光導電性を付与した微小ボール方式は、特開平8-234685号公報などで開示されている。

【0013】しかし、着色微小ボールを分散させたシートに、単純に光導電性材料を積層あるいは混合しただけでは、光導電性材料表面が化学的、機械的、電氣的に不安定であるという問題点がある。

【0014】さらには、液晶などでよく用いられる手法として、少なくとも片側が透明な電極と対極で液晶層と光導電層をサンドイッチし、透明電極側から像露光しながら電圧を印加する方式があったが、やはりフレキシビリティおよびコストが問題であった。

【0015】また、導電性基板に光導電性材料層を積層した上に、微小ボールを分散させた絶縁性シートを積層配置すると、カールソン式の電子写真プロセスでは潜像形成ができないという問題点があった。

【0016】本発明は、この様な問題点を解決するものであり、履歴が少なく良好な画像表示を繰り返し行うことができるフレキシブルな表示媒体、それを用いた表示装置および表示方法を提供することを目的とするものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】即ち、本発明は、微小ボールの各半球表面が第1着色層と第2着色層の異なる色に着色してなる着色ボールが回転することにより表示を行う表示媒体において、導電性基板と、分極性光導電性層と、前記着色ボールを分散させた光透過性絶縁層とをこの順に積層してなることを特徴とする表示媒体である。

【0018】また、本発明は、微小ボールの各半球表面が第1着色層と第2着色層の異なる色に着色してなる着色ボールが回転することにより表示を行う表示装置において、導電性基板と、分極性光導電性層と、前記着色ボールを分散させた光透過性絶縁層とをこの順に積層してなる表示媒体と、該表示媒体に一次帯電を行う一次帯電器と、該一次帯電器による一次帯電と逆極性の直流除電を行う逆極性直流除電器と、前記直流除電と同時に像露光を行う光照射手段を具備することを特徴とする表示装置である。

【0019】さらに、本発明は、微小ボールの各半球表面が第1着色層と第2着色層の異なる色に着色してなる着色ボールが回転することにより表示を行う表示方法において、導電性基板と、分極性光導電性層と、前記着色ボールを分散させた光透過性絶縁層とをこの順に積層してなる表示媒体を用意する工程、該表示媒体に一次帯電を行う工程、該一次帯電と逆極性の直流除電を行うと同時に光照射により像露光を行う工程を有することを特徴とする表示方法である。前記直流除電と同時に像露光を行なった後、全面露光を行なうのが好ましい。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の表示媒体は、微小ボールの各半球表面が第1着色層と第2着色層の異なる色に着色してなる着色ボールが回転することにより表示を行う表示媒体において、導電性基板と、分極性光導電性層と、前記着色ボールを分散させた光透過性絶縁層とをこの順に積層してなることを特徴とする。

【0021】また、本発明の表示装置は、上記の表示媒体と、該表示媒体の光透過性絶縁層に面して設けられ一次帯電を行う一次帯電器と、該一次帯電器による一次帯電と逆極性の直流除電を行う逆極性直流除電器と、前記光透過性絶縁層の側から直流除電と同時に像露光を行う光照射手段を具備することを特徴とする。

【0022】本発明の表示方法は、上記の表示媒体の光透過性絶縁層に一次帯電器により一次帯電を行う工程、逆極性直流除電器により前記一次帯電器による一次帯電と逆極性の直流除電を行うと同時に光照射手段により像露光を行う工程を有することを特徴とする。

【0023】以下、本発明を詳細に説明する。本発明では、表示媒体を外部電極により一次帯電を行ない、逆極性の直流除電と同時に像露光をおこない静電潜像による電場によって着色ボールを回転・保持して表示をおこなうことを特徴とする。さらには、除電と同時に像露光をおこなった後、全面露光をおこなうことを特徴とする。

【0024】図1は、本発明の表示媒体の一実施態様を示す断面図である。同図において、本発明の表示媒体は、微小ボール3の各半球表面が第1着色層1と第2着色層2の異なる色に着色してなる着色ボール4がキャビティ8内に収容され、該着色ボール4が回転することにより表示を行う表示媒体であり、導電性基板5と、分極性光導電性層6と、前記着色ボール4を分散させた光透過性絶縁層7とをこの順に積層してなるものである。

【0025】導電性基板5としては、アルミニウム、銅、金などの金属やITOなどの材料でシート状にしたものを用いることができる。像露光は光透過性絶縁層7側からおこなうので、導電性基板としては金属などの不透明なものを用いることができる。

【0026】分極性光導電性層6としては、亜鉛硫化カドミウムなどの分極性無機光導電性材料や有機光導電性材料(OPC)などを用いることができる。これら光導

電性材料を単独で、もしくは適当な溶媒やバインダーに溶解・分散させて上記導電性基板上に塗布や蒸着により積層形成する。

【0027】該着色ボールを分散させた光透過性絶縁層7としては、Sheridon等による電界駆動型と同様のものを用いることができる。具体的には、シリコンエラストマーシートなどが挙げられる。

【0028】図2は本発明の表示媒体に用いる着色ボールの断面図である。図3は自然光を照射した時の観察側から見える着色ボールの色を説明する説明図である。着色ボール4は、白色の微小ボール3からなる白色ボールからなり、半球面に第1着色層1が形成され、他の半球面には白色の第2着色層2が形成されている。図3より、観察側から見て、微小ボールの着色側が観察側に向いた場合には第1着色層1の色を見ることがとなり(図3(a))、微小ボールの白色の未着色(第2着色層)側が観察側に向いた場合には自然光9がボール表面で反射して白色に見える(図3(b))。

【0029】なお、図2において半球を着色し(第1着色層)、他の半球が未着色(第2着色層)の場合を例示したが、未着色部分を第2の色で着色してもよい。着色すると同時に、誘電率なども材料によって異なる。

【0030】微小ボールの材料としては、ガラス、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化ジルコニア、アルミナなどが好ましい。微小ボールの寸法としては、ボールの直径が表示媒体としての一面素以下の大きさとなるよう、200μm以下のものが好ましい。

【0031】本発明の着色ボールの形成方法としては、例えば微小ボールの半球面に第1着色層を形成すればよい。着色層の形成方法としては、着色に用いる材料に適する薄膜作製方法を用いて行われ、従来公知の技術、例えば真空蒸着法、スパッタ法、化学気相成長法、スピナ塗布方法、ディップ塗布方法等の薄膜作製技術を用いる。

【0032】図4は本発明の着色ボールの形成方法の工程を示す断面図である。図4において、図4(a)は基板にレジストなどの樹脂層を適当な厚さに積層し、そこに白色微小ボールを埋設した概念図であり、微小ボールの半球が露出している。図4(b)は蒸着などにより図4(a)の表面全体に第1着色層を形成した図である。図4(c)は図4(b)の樹脂層を溶解し、着色微小ボールを取り出した図である。図4(d)は着色微小ボールを絶縁性ゴムシート内に包含し、且つキャビティを形成したシート、および光導電性層、および基板から成る表示媒体の構成を説明する図である。

【0033】図4において、白色微小ボール3aとしてガラスボールなどを用いる。シリコンウエハからなる基板11上に、樹脂層12となる環化ゴム系のフォトレジスト(商品名OMR83、東京応化(株)製)をパコート法によりガラスボールの半径と略同等の厚みに塗布

し、ガラスボールを散布し、該フォトレジストに熱処理を施し硬化することにより図4(a)に示す半球が埋め込まれ微小ボールを形成する。次に、この表面にTiCをスパッタ法により100nmの膜厚に成膜し黒色となる第1着色層1を形成する。(図4(b))。この後に、OMR剥離液(商品名、東京応化(株)製)によりフォトレジストを溶解除去することにより黒色の第1着色層1が形成された半球面を有し、他方の半球面が白色の着色ボールを形成することができる(図4(c))。この着色した微小ボールを、前述したSheridon等と同様な方法で、エラストマー中に混合し、これをシート状に成形硬化し、このエラストマーシートをシリコンオイルに浸漬して膨潤させることにより各微小ボールの周囲にキャビティ8を形成する(図4(d))。

【0034】具体的には、2液型シリコンゴム(ダウコーニング社製、シルボット184)中に前記着色ボールを分散させ、次に上記した導電性基板5上に積層した分極性光導電性層(以下、光導電性層と記す)6の上にこの分散系を厚さ約100 $\mu$ mの膜状に伸ばし、該シリコンゴムを100℃、1時間の条件で加熱硬化させた。次に上記着色ボールを分散した硬化ゴムシートを、粘度1csのシリコンオイル(東芝シリコン社製)中に24時間浸漬して該ゴムシートを膨潤させ、着色ボールの周囲にキャビティ(隙間5~10 $\mu$ m)を形成し、表示媒体を作製した。

【0035】上記表示媒体に対して、像表示させる表示装置としては、一次帯電器、直流コロナ除電器、像露光光源、全面露光光源からなる表示装置を用いる。帯電および除電はワイヤー型もしくはローラー型のコロナ帯電器を用いるのが一般的である。

【0036】像露光は光源からの反射光を直接照射してもよい。画像信号に応じてレーザーを走査しながら輝度変調して露光してもよい。像露光の波長と光導電性層の感度の波長特性を一致させるのが好ましい。また、レンズを用いて光導電性層に結像させることが好ましい。

【0037】像露光は除電と同時にこなうので、コロナ帯電器を通して露光することが好ましい。像露光後に全面露光をおこなってもよく、上記した像露光と同様の波長分布を持つライン状光源を走査するか面状光源を用いて一括露光することが好ましい。

【0038】次に、本発明の表示装置について説明する。図5は、本発明の表示装置の一実施態様を示す説明図である。上記構成の表示媒体に対して、本発明においては、図5に示したように、一次帯電を行ない、一次露光と逆極性の直流コロナ除電と同時に像露光を行なうことを特徴とする。さらには、除電と同時に像露光を行なった後、全面露光を行なうことを特徴とする。

【0039】図5は分極性の光導電性層を用いたときの電荷分布および微小ボールの回転を示し、図5(a)は表面を正に一次帯電させ、且つ第1着色層が正電場側に

向く場合の例であり、図5(b)は一次帯電と逆極性の直流除電を像露光と同時にこなった場合の電荷分布であり微小ボールは反転し、図5(c)はオプションとして全面露光をおこなった場合の電荷分布を示す図である。

【0040】上記構成の表示媒体に対して、カールソン式の通常の電子写真工程を作用させる従来法においては静電潜像形成が困難である。すなわち、カールソン式においては、表面絶縁層を一樣帯電させ、像露光された明部では光導電性層が導電性となるが、そのままでは表面電位は保持されたままとなる。

【0041】そこで、本発明においては、絶縁層表面を一樣に一次帯電させ(図5(a))、露光と同時に除電をおこない、明部においては光導電性層が導電性となり表面電荷が逆極性となり、暗部における表面電位とに差が生じ、静電潜像が形成される。

【0042】図5(a)で示すように、一次帯電器21により光透過性絶縁層の絶縁性ゴムシート7aの表面を正に帯電させた場合、光導電性層6内の電子は表面の正電荷にひかれて絶縁性ゴムシート7aとの境界まで移動して捕獲され、正孔は逆に導電性基板5との境界面近くで捕獲される。この時、着色ボール4は一定の方向を向いた状態で整列保持される。

【0043】次に、図5(b)で示すように、逆極性直流除電器23と光22により像露光と同時に負極性の直流除電をおこなうと暗部においては一次帯電できた内部分極の影響で、逆極性の電荷は表面にのりにくい。したがって、一次帯電による絶縁層表面の正電荷は逆極性の直流除電により中和されるが、電場は変化しないので着色ボールは回転せず、一次帯電時のままである。

【0044】一方、明部においては光導電層は導電性になるので内部分極は消え、逆極性の直流除電により表面が逆極性に帯電し、絶縁性ゴムシート内の着色ボールは反転し逆半球が表面に向く(図5(b))。よって、着色ボールは暗部と明部との間にコントラストが生じ、画像が表示される。なお、一次帯電を負極性、除電を正極性とすることもできる。

【0045】本発明においては、絶縁性ゴムシートに電場を印加し着色ボールの回転によって画像表示することが目的なので、除電と同時に露光後の全面露光は画像表示のためには必須ではない。しかし、表示媒体の再利用時の履歴を緩和する目的で、全面露光を行なうことが好ましい(図5(c))。

【0046】なお、前述したように、除電工程がない通常のカールソン式のプロセスにおいては、露光しても絶縁層表面の電荷は一次帯電のまま残留し、よって明部・暗部ともに微小ボールは一定の方向をむいたままで、画像が表示されない(図6(a)~(b)参照)。

【0047】図6(b)のカールソン式においては像露光のみで除電をおこなわず、絶縁層により隔離されている電荷の中和がおこなえず、電荷分布は変化するもの

の、電場の向きは一次帯電のままである。

【0048】また、像露光や全面露光は着色ボールを含有する光透過性絶縁層を通過しておこなわれるが、着色ボール間には上述したキャビティやキャビティ間の隙間があり、この部分を光が通過する。

【0049】光は直線的に進む成分と、散乱・回折しながら進む成分があり、着色ボールの下側の光導電性層にも照射される。光の散乱・回折、光導電性領域の広がり、電荷の面内分布の広がりおよび静電潜像による電場の広がりにより、十分な解像度を保ちながら光によるボールの回転制御が可能である。

【0050】本発明において、微小ボールの形状としては、球体のような曲面形状のものであれば良い。

【0051】液体中の粒子は、粒子と液体の間で電荷の授受が行われ電気二重層が形成され、粒子は正または負に帯電することが知られている。本発明の微小ボールでは、半球表面に着色層が形成され、他の半球面は未着色である為、2つの異なる物質からなる領域を有する。よって、絶縁性液体から着色ボール表面に正イオン粒子又は負イオン粒子が特異吸着して、着色ボール表面に表面電位が生じる。この為、絶縁性液体中では各領域で帯電電荷特性が異なることとなり、着色ボールの極方向に双極子モーメントを持つようになる。この着色ボールに電場を印加すると着色ボールにはその極方向を電界方法に揃えようとするトルクが働き、着色ボールはいずれかの半球面を一方方向に揃える。未着色領域がマイナス帯電し、着色層がプラス帯電しているとすると電源にてプラスが印加された電極に未着色側が、マイナスが印加された電極に着色側がくる。これにより上部より本発明の表示装置を観察すると着色層（黒色）が見える。電界の方向を逆転すれば着色ボールは反転し、着色側を観察側に向け光導電性ボールが白色材料である場合は、白色が見える。

【0052】従来、着色ボール、絶縁性液体で満たされたキャビティを有する支持体で構成された表示媒体を整形し、表示媒体の上下面に複数の電極を配置し、対向配置された電極間に電圧を印加することにより、該電圧の極性に従う表示色を表示していた。

【0053】着色ボールを駆動するに用いる電極としては、観察側からみて、微小ボールの表面に形成した着色層を観察できるよう、光透過であることが必要であり、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{ITO}$ 等の透明導電膜を用いていた。

【0054】前記の絶縁性液体に用いる液体としては、電気的絶縁性の高い液体であればよくトルエン、アセトン等の有機溶剤や水を用いることが可能であるが、キャビティを満たす誘電性液体が揮発しないよう、不揮発性の液体を用いることが好ましい。特にシリコンオイルはイオンや不純物の含有量が低く、高抵抗な液体であり好ましい。また、絶縁性液体は、着色ボールと接触し

て、2つの異なる物質からなる領域を有する着色ボール表面を界面活性化させ、異なる2つの帯電電荷状態を誘発する性質を有する。

【0055】キャビティの寸法としては、着色ボールの並進をなるべく防止し、メモリ性を有するため、着色ボールより少し大きいぐらいが好ましい。支持体（光透過絶縁性シート）としては、着色ボールの着色層を表示する為に、光学的に透明であることが必要であり、ポリエチレン、ポリスチレン等の硬質の樹脂やシリコンゴム、ガラス等を用いる。

【0056】本発明の表示装置は、キャラクタ、グラフィック、ビデオ等の画像情報を表示する受光型表示装置に適用できる。また、紙のように見れ、紙のように動かせ、画像を書き込み、画像を複写でき、画像を読み込み、画像を消去できるペーパーディスプレイにも適用できる。

【0057】本発明は、別の実施形態をとっても良い。本発明の第2の表示装置では、着色ボールを透明な絶縁性液体と共に支持体（光透過シート）に形成されたキャビティ（空洞）中に分散させる以外の構成をとる。着色ボール間に単に絶縁性液体のみを介在させる構成をとるものである。

【0058】

【実施例】以下に実施例を挙げて本発明を具体的に説明する。

【0059】実施例1

図4に示す方法により表示媒体を作成した。シリコンウエハからなる基板11上に、樹脂層12となる環化ゴム系のフォトレジスト（商品名OMR83、東京応化（株）製）をバーコート法により約 $20\mu\text{m}$ の厚みに塗布し、平均半径 $20\pm 1\mu\text{m}$ の白色ジルコニアボールを散布し、該フォトレジストに熱処理を施し硬化することにより図4（a）に示す半球が埋め込まれた微小ボールを形成した。

【0060】次に、この表面にTiCをスパッタ法により $100\text{nm}$ の厚さに成膜し黒色となる着色層1を形成した（図4（b））。この後に、OMR剥離液（商品名、東京応化（株）製）によりフォトレジストを溶解除去することにより黒色の着色層が形成された半球面を有し、他方の半球面が白色の着色ボールを形成することができた（図4（c））。次に、 $30\mu\text{m}$ の厚さのアルミ導電性基板5上に硫化亜鉛カドミウムをポリカーボネート樹脂に分散させ塗布後、 $150^\circ\text{C}$ に加熱し光導電層6を形成した。

【0061】次に、2液型シリコンゴム（ダウコーニング社製、シルボット184）中に前記着色ボールを分散させ、上記した導電性基板上に積層した光導電層の上にこの分散系を厚さ約 $100\mu\text{m}$ の膜状に伸ばし、該シリコンゴムを $100^\circ\text{C}$ 、1時間の条件で加熱硬化させた。次に上記着色ボール分散硬化ゴムシートを、粘度1



csのシリコンオイル（東芝シリコン社製）中に24時間浸漬して該ゴムシートを膨潤させ、着色ボールの周囲にキャビティ（隙間5〜10 $\mu$ m）を形成し、表示媒体を作製した。

【0062】これに図5（a）のように直流+1KVの一次帯電器で表示媒体の絶縁性表面上50 $\mu$ mの空間を走査したところ、表面電位+500Vに帯電し、着色ボールはすべて黒色に着色された半球を表面に向けて整列した。

【0063】次に図5（b）のように、像露光しながらマイナス1KVの直流除電をおこなったところ、明部では表面電位がマイナス500Vに帯電し、且つ絶縁性のゴムシートの反対側では光導電性層内にプラス電位が誘起されて、一次帯電と逆の電場が形成され、微小ボールはすべて反転し白く見えた。

【0064】一方、暗部では表面電位はマイナス10Vであり、しかも絶縁性のゴムシートの反対側でもマイナスに帯電したままであり、よって着色ボールは一次帯電時のまま保持されていて、黒く見えた。明部において着色ボールの反転が起こるので、コントラストが高く10：1であった。

#### 【0065】比較例1

露光と同時に除電をしない方法（カールソン方式）図6に示したように、除電をしないと明部・暗部ともに表面電荷が残り、着色ボールは一定の方向を向いたままで、画像が表示されない。

【0066】図6においては分極性光導電層で図示したが、硫化カドミウムなどでは図6（a）の一次帯電時および図6（b）の暗部において光導電性層内の電荷がないだけで、絶縁性ゴムシートにかかる電場は同じである。

#### 【0067】比較例2

着色ボールを含有する絶縁層を光導電層と電極でサンドイッチする構成図7（a）のサンドイッチ構成において、光露光しただけ（カールソン方式）では、図7（b）（光導電性層側から露光）や図7（c）（透明基板側から露光）のように電荷の移動はあるが絶縁層により反対極性の電荷との再結合が妨げられているので絶縁層にかかる極性は変化せず、よって着色ボールの回転も起こらず、画像が表示されない。

【0068】図7（a）および図7（b）の表面が光導電性層である構成においてもやはり電場の向きに変化はなく、よって着色ボールの回転による表示はおこなえない。また、表面が光導電性層である場合には像露光と同時に除電をおこなっても像形成をおこなうことはできない。図7（c）の電極基板でサンドイッチした構成においても、やはり着色ボールの回転による表示はおこなえない。

#### 【0069】比較例3

着色ボールを含有する絶縁層および光導電性層を電極で

サンドイッチ構成電極でサンドイッチすると一次帯電はおこなわず、像露光と同時に電圧を印加して電荷を注入すれば、注入された電荷は絶縁層によりトラップされ、像表示は可能であるが、構成が複雑であり、フレキシビリティやコスト面で本発明に劣る。

#### 【0070】実施例2

##### 像露光後に全面露光

実施例1において、像露光後に全面露光することで、次に表示させたときの履歴が少なく良好な画像表示を繰り返すおこなうことができた。これは光導電性層内の分極が保持されたままでは、次の像露光時に抵抗が十分に下がらず除電されにくくなるのを回避するためである。

【0071】なお、前述したように、本発明においては、絶縁性のゴムシート層にかかる電場のみで着色ボールが回転もしくは保持されるので、全面露光は画像表示のためには必須ではなく、繰り返し表示する場合の履歴を消すのが目的である。

#### 【0072】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明によれば、履歴が少なく良好な画像表示を繰り返す行うことができる表示をおこなうことができる。また、本発明では、絶縁層に対して光導電性層を用いて光書き込みをおこなう場合には、一次帯電と逆極性の直流除電を露光と同時に起こすことにより、像表示が可能である。

【0073】本発明の構成は基板として用いる電極のみで、従来の光書き込み液晶のように透明導電性電極でサンドイッチする必要がなく、フレキシブルであり、且つ原料・製造コストも安くすることができた。光導電性物質として、硫化亜鉛カドミウムのような分極性のものなどを利用でき、選択の幅が広い。表面は基板と絶縁層であり、機械的・電氣的・化学的に安定である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の表示媒体の一実施態様を示す断面図である。

【図2】本発明の表示装置に用いる着色ボールの断面図である。

【図3】着色ボールが回転した場合に観察される着色層を説明する図である。

【図4】本発明の着色ボールの形成方法の工程を示す断面図である。

【図5】本発明の表示装置の一実施態様を示す説明図である。

【図6】本発明の表示媒体に対してカールソン式の表示プロセスを作用させた場合の説明図である。

【図7】表示媒体の構成を変えた比較例2を説明する図である。

【図8】従来の着色微小ボールの作製方法を示す説明図である。

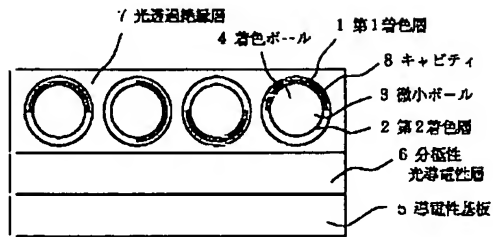
#### 【符号の説明】

1 第1着色層



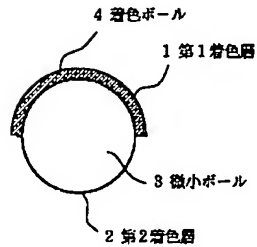
- 2 第2着色層
- 3 微小ボール
- 4 着色ボール
- 5 導電性基板
- 6 分極性光導電性層
- 7 光透過性絶縁層

【図1】

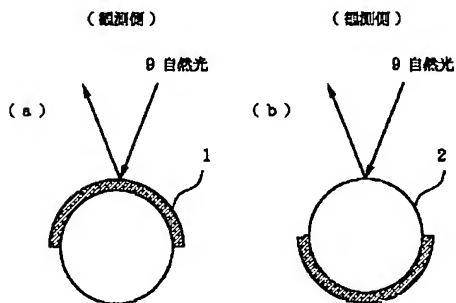


- 8 キャビティ
- 9 自然光
- 21 一次帯電器
- 22 光
- 23 逆極性直流除電器

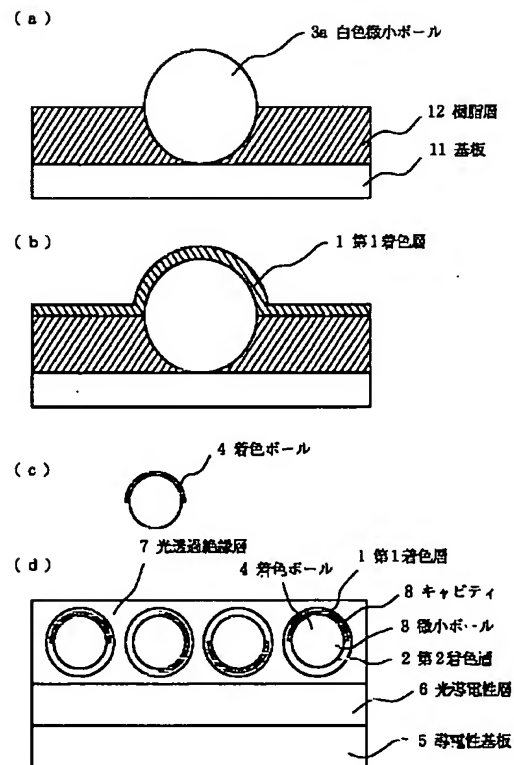
【図2】



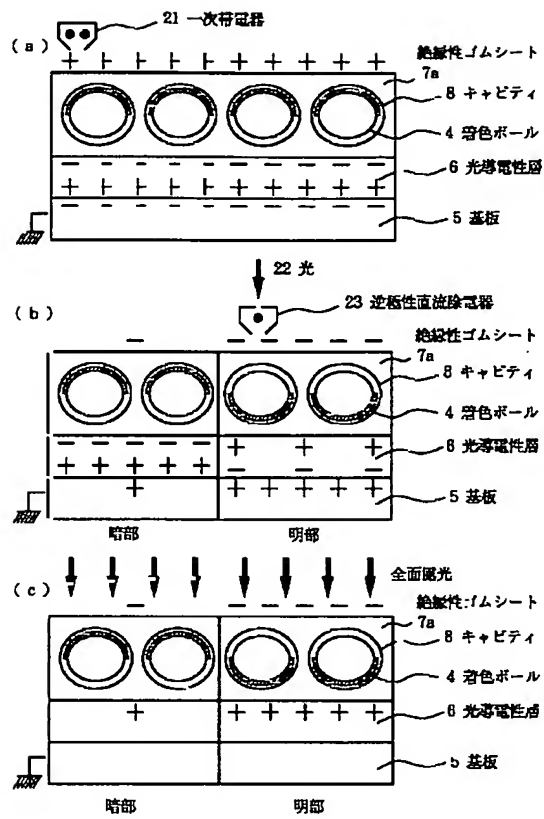
【図3】



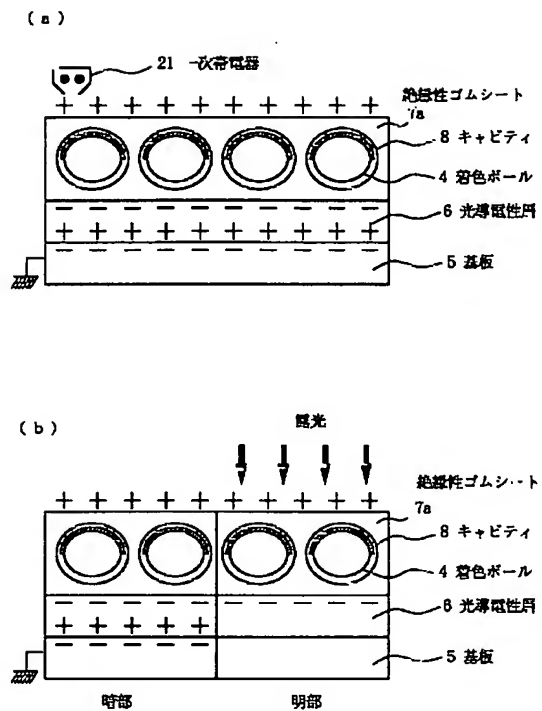
【図4】



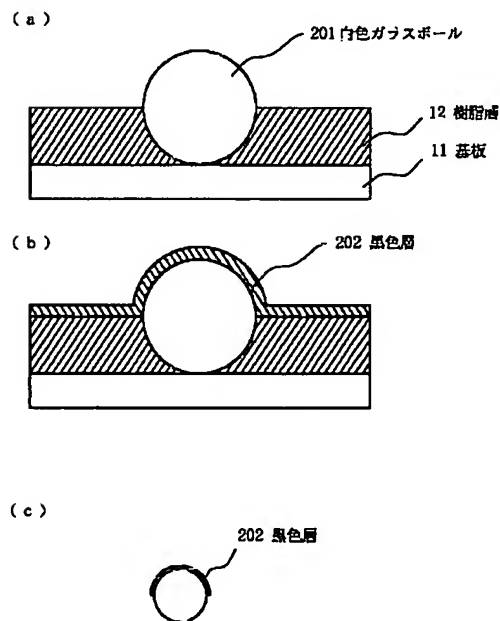
【図5】



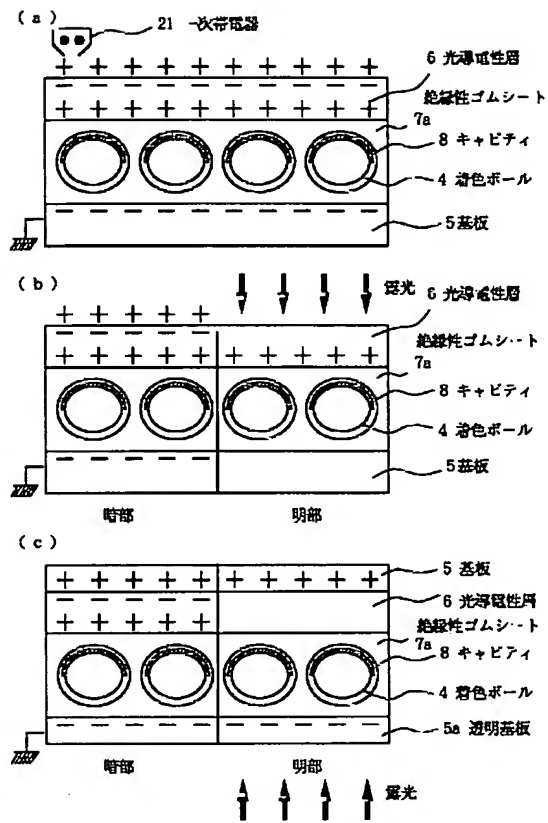
【図6】



【図8】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**